ARTICULATA 1998 13(2): 149 - 162 ÖKOLOGIE

Habitatnutzung dreier sympatrischer Feldheuschreckenarten (Orthoptera: Gomphocerinae) in einem xerothermen Lebensraummosaik

Martin Schädler

Abstract

Based on 1.303 recaptures of marked individuals the habitat requirements such as vegetation characteristics and insolation (as a function of inclination and exposure) of three sympatric xerophilous grasshopper species were determined. In connection with the calculation of niche breadth and niche overlap the results show a clear pattern of habitat use and coexistence of the species on a small spatial scale. Compared with *Chorthippus mollis* and *Omocestus haemorrhoidalis*, *Stenobothrus lineatus* can be described as stenoecious in the study area. Furthermore, the calculation of mobility parameters of *Ch. mollis* indicates that the individuals show high site tenacity. Possible application of the results from the present studies to conservation biology and habitat management is discussed.

Zusammenfassung

Basierend auf 1303 Wiederfängen markierter Individuen von drei xerophilen sympatrischen Feldheuschreckenarten wurden deren kleinräumige Habitatansprüche ermittelt. In Zusammenhang mit der Errechnung der Nischenbreiten und -überlappungen der Arten ergibt sich ein deutliches Bild der Habitatnutzung und Koexistenz auf einer kleinen räumlichen Skala. Verglichen mit *Chorthippus mollis* und *Omocestus haemorrhoidalis* verhielt sich *Stenobothrus lineatus* auf der Untersuchungsfläche stärker stenök. Weiterhin wurden Mobilitätsparameter von *Ch. mollis* errechnet, die das Bild einer überwiegend ortssteten Art vermitteln. Die Anwendung von derart erhobenen Daten auf praktische Belange des Artenschutzes und des Flächenmanagements scheint möglich.

Einleitung

Die Koexistenz nah verwandter Arten im selben Lebensraum wird häufig durch deren unterschiedliche Einnischung und damit einer Ressourcenaufteilung zwischen den Arten begleitet. Die ökologische Nische ist zudem ein quantifizierbares Artcharakteristikum, das entscheidend zum Verständnis der Habitatbindung der Arten beitragen kann. Einnischung wird dabei hauptsächlich von drei Standpunkten aus betrachtet: Habitat, Zeit und Nahrung (PIANKA 1973). Im Gegensatz zu vielen Tiergruppen ist die Nahrungswahl bei Feldheuschrecken diesbezüglich von untergeordneter Bedeutung. Die sehr enge Staffelung der Erscheinungszeiträume der Arten läßt zudem eine zeitliche Einnischung wenig relevant erscheinen.

Die Heuschreckenarten *Chorthippus mollis* (CHARPENTIER, 1825), *Stenobothrus lineatus* (PANZER, 1796) und *Omocestus haemorrhoidalis* (CHARPENTIER, 1825) gelten in der Halleschen Kuppenlandschaft als typische und weit verbreitete Vertreter der Fauna der Trockenstandorte (WALLASCHEK 1996). Zusammen mit *Platycleis albopunctata* konnten sie bezüglich der Nutzung der Vegetationseinheiten auf drei Untersuchungsflächen des Gebietes in eine gut abgrenzbare Artengruppe mit Abundanzschwerpunkt in den Trocken- und Halbtrockenrasen gestellt werden (SCHÄDLER 1997). In vorliegender Studie sollte die Frage geklärt werden, ob die Syntopie von Arten in kleineren Landschaftseinheiten das Ergebnis einer auf sehr kleinräumigen Basis erfolgenden Einnischung ist. Die Auswahl eines Standortes mit einem ausgeprägten Habitatmosaik bot den Individuen die Möglichkeit, sich innerhalb eines fein abgestuften Kontinuums von Habitatcharakteristika entsprechend ihrer Präferenzen zu verteilen. Die Quantifizierung von Habitatparametern sollte dabei bedingt durch die angestrebte kleinräumige Skale und dem damit verbundenen Arbeitsaufwand auf einer möglichst einfachen Basis erfolgen. Das gestattet deren Verwendung für praktische Fragestellungen, die komplizierte und zeitaufwendige Messungen oft nicht zulassen. Damit verbunden konnten Ergebnisse zur Mobilität einer Art erarbeitet werden. Diese sind als Ausdruck der Fähigkeit zur individuellen Flächennutzung einer Art und der Wechselwirkung zwischen Habitat und Ausbreitungspotenz zu verstehen.

Untersuchungsgebiet

Die Untersuchungsfläche befindet sich im etwa 190 ha großen NSG "Porphyrlandschaft bei Gimritz" im westlichen Teil des Halleschen Porphyrkomplexes. Diese klimatisch kontinental getönte Region gehört zu den trockensten Gebieten Deutschlands. Das charakteristische Landschaftsbild wird vor allem durch die Vielzahl der zum Teil recht isoliert liegenden Porphyrkuppen geprägt. Eine ausführliche Charakterisierung der Entstehung, Standortverhältnisse und Vegetation des Gebietes geben BLISS et al. (1996) und WALLASCHEK (1996).
Die etwa 6000 m^2 große Untersuchungsfläche (der Zornberg zwischen Wettin und Döblitz) wird zur Zeit extensiv durch Schafbeweidung genutzt. Im oberen Bereich der Kuppe ist auf extrem dünner Bodenschicht über Porphyrgestein als Felsgrusgesellschaft eine spärliche, kurzwüchsige Silbergrasflur (*Festuco cinerea-Corynephoretum* Schub. 1974) bestandsbildend. Es schließen sich Mädesüß- (*Filipendulo-Helictotrichetum pratensis* Mahn 1965) und Furchenschwingel-Halbtrockenrasen (*Festucetum sulcatae* [Gaukler 1938] em. Schub. 1954) in südlicher und Wolfsmilch-Heidekraut-Heide (*Euphorbio-Callunetum* Schub. 1960) in nördlicher Richtung an. Zwischen Halbtrockenrasen und Kuppensaum befindet sich in südlicher Richtung eine Glatthafergesellschaft (*Dauco carotae-Arrhenatheretum elatioris* [Br.Bl. 1919] Görs 1966). Den Saum der Kuppe bildet im südlichen Teil eine Sichelmöhren-Queckengesellschaft (*Falcario-Agropyretum repentis* Th. Müller et. Görs 1969) und im nördlichen Teil eine Rainfarn-Beifuß-Gesellschaft (*Tanaceto-Artemisietum vulgaris* Siss. 1950). Die Syntaxonomie der Pflanzengesellschaften richtet sich nach SCHUBERT et al. (1995). Besonders der Nordhang ist durch leichte Gebüschbildung (vor allem *Rosa canina*) und Baumbewuchs (vor allem *Quercus robur*) geprägt.

Material und Methoden

Einrichtung der Untersuchungsfläche

Die gesamte Untersuchungsfläche wurde in Quadratraster von jeweils 10 m Seitenlänge aufgeteilt. Die Ausrichtung der Rasterkanten erfolgte an den Himmelsrichtungen. Jedes Raster wurde in 25 Quadrate mit 2 m Seitenlänge gegliedert. Zur Markierung der Eckpunkte dienten 50 cm lange Plastikstäbe. In diesen 4 m^2-Flächen war eine Orientierung auf 1 m^2-Basis leicht möglich. Die Eckstäbe der 100 m^2-Raster wurde mit Reflexfolie versehen, um eine Orientierung während der Nachtbegehungen zu erleichtern.

Erfassung und Analyse der Habitatparameter

Die Erfassung der Habitatparameter erfolgte auf Basis der 4 m^2-Quadrate (n=1754). Folgende Parameter wurden erfaßt:

⇒ VD 0-30: geschätzte Vegetationsdichte in 0 bis 30 cm Höhe
⇒ VD 30-50: geschätzte Vegetationsdichte in 30 bis 50 cm Höhe
⇒ VD 50-100: geschätzte Vegetationsdichte in 50 bis 100 cm Höhe
⇒ VD > 100: geschätzte Vegetationsdichte in über 100 cm Höhe
⇒ Inklination
⇒ Exposition

Inklination und Exposition wurden mittels eines Kompasses und einer Meßlatte ermittelt.

Der Wertebereich der ermittelten Vegetationscharakteristika wurde jeweils in 5 Ressourcenklassen gleicher Intervallbreite unterteilt.
Flächen mit gleicher Inklination aber unterschiedlicher Exposition (oder umgekehrt) unterscheiden sich in der Dauer, in der sie der direkten Sonnenstrahlung ausgesetzt sind. Daher schien es sinnvoll, beide Parameter zu einem neuen Parameter zu kombinieren (MÄRTENS et al. 1997). Die ermittelten Winkelwerte von Exposition (EX) und Inklination (IN) wurden zunächst in Bogenwerte umgerechnet. Der negative Kosinus der Expositionswerte ergibt Werte zwischen -1 (Nord) und 1 (Süd). Der neue Parameter INEX wird durch die Formel INEX = -cos (EX) * (IN) gebildet. Ein Wert von INEX gleich Null entspricht so einer völlig ebenen Fläche. Für die Untersuchungsfläche konnten MÄRTENS et al. (1997) auf 63 Referenzflächen den hochsignifikanten Zusammenhang zwischen INEX und Sonnenscheindauer nachweisen. Der Einfluß der Inklination auf die Sonnenscheindauer und den Parameter INEX wird dabei durch die Exposition stark überlagert. Analog zur Vegetation wurde auch hier die ermittelte Spannweite des Parameters in fünf gleichgroße Intervalle unterteilt.

Markierung und Erfassung der Individuen

Die Markierungsmethode geht auf HELLER & V. HELVERSEN (1990) zurück und wurde von SAMIETZ (1994) erstmals für Feldheuschrecken modifiziert. Zur Anwendung kam die "Scotchlite Hochreflexfolie High Gain 7610" (selbstklebend) der

Firma 3M Germany GmbH (Neuss). Die Folie wurde vorbereitend in Streifen der Größe 5 x 1,5 mm (bzw. 3,5 x 1 mm für die zierlicheren Männchen von *Chorthippus mollis* und *Omocestus haemorrhoidalis*) geritzt. Die Befestigung der Streifen erfolgte mit einer spitzen Pinzette unmittelbar unter den Knien an beiden Hintertibien der Tiere. Sie ragen so nach hinten und beeinträchtigen Mobilität und Stridulation nicht. Anfang August erfolgte die Markierung von *Stenobothrus lineatus* (n=177) und *Omocestus haemorrhoidalis* (n=270). Mitte August wurden 296 Individuen von *Chorthippus mollis* markiert. Zur Erfassung der individuellen Mobilität wurden für die Markierung von Bienenköniginnen gedachte Opalithplättchen mittels des dazugehörigen Leimes an der Pronotumoberseite angebracht.
Die Kartierung der Individuen erfolgte frühestens eine Stunde nach Sonnenuntergang. Dazu wurde die Fläche mittels einer in ihrer Lichtmenge regulierbaren Halogenlampe abgeleuchtet. Im Gelände sind die Reflexfoliefähnchen bis zu 80 m weit als kleine, aber deutliche Lichtpünktchen sichtbar. Von allen Funden wurde der genaue Aufenthaltsort (Nummer des 1 x 1 m-Quadrates) und die Nummer des Opalithplättchens notiert. Die Tiere werden durch diese Methode kaum beunruhigt und zeigen in der Regel keine Fluchtaktivitäten.
Vorgesehen war, die Fläche aller 3-4 Tage abzusuchen. Aufgrund des verregneten Sommers 1996 war das in dieser Regelmäßigkeit nicht möglich. Daher fanden zusätzlich zu den 23 Nachtbegehungen noch 5 Tagbegehungen statt. Weiterhin wurden alle Beobachtungen markierter Tiere, die bei der Erhebung von Habitatparametern gemacht werden konnten, notiert. Die letzte Begehung fand am 10. November 1994 statt.
Analog zu SAMIETZ (1994) wurden zur Ermittlung der individuellen Mobilität nur Tiere berücksichtigt, die 5 Fundpunkte aufwiesen und jeweils das Nummernplättchen noch trugen. Das war nur bei *Chorthippus mollis* im ausreichenden Maße der Fall. Als Aktionsdistanz wurde die Entfernung zwischen den am weitesten voneinander entferntesten Wiederfundpunkten eines Individuums errechnet. Die Ermittlung der Aktionsräume erfolgte mittels der "Harmonic Mean Transformation". Diese ermittelt für jedes Individuum Aktionsflächen beliebig großer Aufenthaltswahrscheinlichkeit. Es wurden Aktionsräume mit 100% Aufenthaltswahrscheinlichkeit ermittelt. Die Berechnung nach der Methode von DIXON & CHAPMAN (1980) erfolgte mittels des Computerprogrammes McPAAL - Version 1.2 (STÜWE & BLOHOWIAK 1992).

Ermittlung der Habitatpräferenzen und Nischennutzung

Zum statistischen Vergleich der Parameter der von der jeweiligen Art genutzten Quadranten wurde der Mann-Whitney-U-Test verwendet, da die Daten eine starke Rechtsgipfligkeit aufwiesen und auch nicht durch eine Transformation in eine Normalverteilung überführt werden konnten. Kleinstes akzeptiertes Signifikanzniveau betrug p=0,05.
Um eine Flächenbezogenheit der Anzahl der Wiederfundpunkte entsprechend der in der jeweiligen Ressourcenklasse zur Verfügung stehenden Anzahl der Quadrate zu erreichen, mußten diese standardisiert werden. Dies geschieht im einfachsten Falle durch Hochrechnung der jeweiligen Wiederfundzahl auf eine beliebige, konstante Anzahl von Quadraten (z.B. 1000). Mit diesen standardisierten

Individuenzahlen werden alle weiteren Berechnungen durchgeführt. Die Nischenbreite als Funktion der Habitatnutzung der Arten wurde nach LEVINS (1968) errechnet:

$$NB = 1 / \sum_{i=1}^{n} p_i^2,$$

dabei ist p_i der Anteil der standardisierten Wiederfunde in Ressourcenklasse i an der Gesamtzahl der Funde der betreffenden Art in allen n Intervallen.
Die Nischenüberlappung wurde als prozentuale Überlappung der Nischen zweier Arten errechnet (SCHOENER 1970):

$$NÜ = [\sum_{i=1}^{n} (\text{minimum } p_{ij}, p_{ik})]\ 100,$$

dabei sind p_{ij} und p_{ik} die Anteile der in Intervall i gefunden Individuen von Art j bzw. k. in n Intervallen.

Ergebnisse

Habitatnutzung

In die Auswertung wurden 1303 Fundpunkte (624 *Ch. mollis*, 350 *S. lineatus*, 329 *O. haemorrhoidalis*) einbezogen. Nicht graphisch und rechnerisch ausgewertet wurden die Parameter der Vegetation in 50 bis 100 cm und in über 100 cm Höhe. Alle drei Arten zeigten eine derart starke Meidung solcher beschatteten Bereiche, daß sich eine weitergehende Analyse erübrigte.

In Tab. 1 sind die Gesamtspannweiten der verbleibenden Habitatparameter, sowie die Wertebereiche der Ressourcenklassen angegeben.

Tab. 1: Wertebereich der Habitatparameter auf der Untersuchungsfläche und Intervallbreiten der Ressourcenklassen.

Parameter	Minimum	Maximum	Intervalle	Intervallbreite
VD 0-30	1 %	85 %	5	17%
VD 30-50	0 %	75 %	5	17%
INEX	-0,76	0,65	5	0,28

Die Verteilung der relativen Individuendichten in den einzelnen Ressourcenklassen ergibt ein deutliches Bild der Habitatnutzung der einzelnen Arten. Während *O. haemorrhoidalis* eine dichte Vegetation in den unteren Bereichen meidet (ohne Präferenz aber für die ganz kahlen Bereiche), zeigt *S. lineatus* dagegen eine deutliche Abhängigkeit von dieser (Abb. 1).

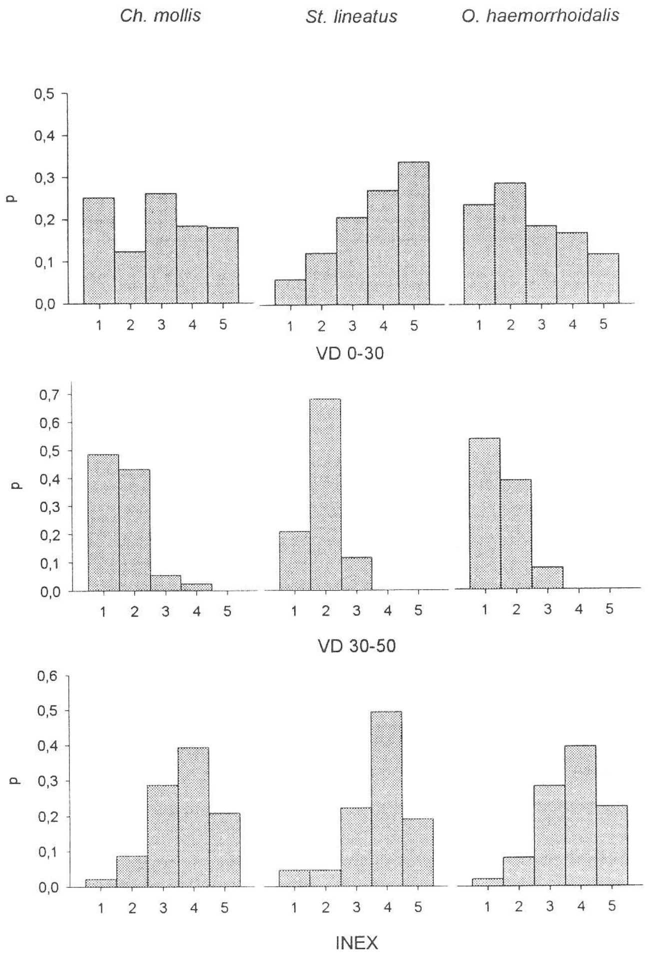


Abb. 1: Quantitative Flächennutzung ausgedrückt als relative Wiederfunddichten (p) bezogen auf die Verfügbarkeit der Ressourcenklassen der einzelnen Habitatparameter

Eher indifferent ist das Verhalten von *Ch. mollis* einzuschätzen, für den sich keine klaren Vorzugsbereiche abgrenzen lassen. Alle drei Arten zeigen aber eine gewisse Nutzung des gesamten zur Verfügung stehenden Kontinuums. Das steht im Gegensatz zum Verhalten der Arten gegenüber der Deckung durch höhere Vegetationsbestandteile. Während die diesbezügliche Ressourcenklasse 5 (sehr viel höhere Vegetation) von allen Arten vollständig gemieden wurde, fand sich in Klasse 4 lediglich ein Exemplar von *Ch. mollis*. Diese Art sowie *O. haemorrhoidalis* hielten sich deutlich häufiger in Quadraten mit minimalen Anteilen an Vegetation in 30 bis 50 cm Höhe auf. Die Verbreitung von *S. lineatus* zeigte dagegen eine recht starke Abhängigkeit von einem Vorhandensein einer gewissen, wenn auch geringeren Vegetationsdichte in diesem Bereich. Zu beachten ist in diesem Zusammenhang, daß die Vegetationsdichten in den unterschiedlichen Bereichen untereinander natürlich korrelieren. So kann das festgestellte Muster auch als in Kauf genommene Begleiterscheinung der Abhängigkeit von Bereichen mit dichterer unterer Vegetation gedeutet werden.

Die Verbreitung in Abhängigkeit von dem Faktor INEX als Maß für die Dauer der direkten Sonneneinstrahlung zeigt bei allen Arten ein konstantes, wenn auch zunächst unerwartetes Muster. Es ergab sich eine deutliche Bevorzugung der zweithöchsten Ressourcenklasse. Dieses Phänomen muß auf Präferenzen der Tiere für Flächen mit einer Abweichung der Exposition von Süd zurückzuführen sein. Schlüsselt man die Verbreitung der Tiere nach den Haupthimmelsrichtungen auf (jeweils Abweichung von 45° in beide Richtungen), zeigt sich, daß der Schwerpunkt der Verbreitung deutlich nach West verschoben ist (Abb. 2).

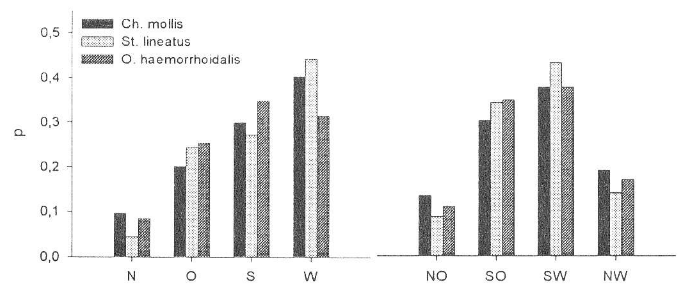


Abb.2 Aufteilung der relativen Wiederfunddichten (p_{rel}) auf die in die Haupt- bzw. Nebenhimmelsrichtungen exponierten Flächen (jeweils inklusive Abweichungen von ± 45°).

Die Bevorzugung südwestgeneigter Flächen durch xerotherme Arten ist an sich kein unbekanntes Phänomen (OSCHMANN 1973). Der höhere Wärmegenuß dieser kann auf die geringere Umwandlung der Strahlungsenergie in Verdunstungswärme durch die zu dieser Tageszeit oft schon vollständig abgetrocknete Vegetation und obere Bodenschichten zurückgeführt werden. Verschiebt man das gedachte Achsenkreuz der Himmelsrichtungen um 45° nach Westen (man erhält

also Bereiche, die sich im 45°-Bereich um die Nebenhimmelsrichtungen Südwest, Südost usw. gruppieren), erhält man eine eindeutige Bevorzugung der vorrangig nach Südwest geneigten Bereiche (Abb. 2). Der negative Kosinus deren Bogenmaße ist allerdings deutlich kleiner als der der Exposition Süd, wodurch der Faktor INEX in die nächstniedrige Ressourcenklasse gedrückt wird. So kann die bevorzugte Nutzung südwestexponierter Flächen auf erhöhten Wärmegenuß hinweisen. Das Beispiel zeigt die nicht-lineare Abhängigkeit dieses Parameters von der Sonnenscheindauer einer Fläche. Für den Vergleich der Einnischung der Arten in Abhängigkeit von den den Strahlungsgenuß einer Fläche bestimmenden Faktoren ist diese Tatsache aber letztlich von untergeordneter Bedeutung.

Bei der Analyse der Nischenberechnungen (Tab. 2) zeigt sich, daß gegenüber der Ausprägung höherer Vegetation bei den untersuchten Arten die geringste Reaktionsbreite besteht, die höchste dagegen bezüglich der Ausbildung der unteren Vegetationsschichten.
Gegenüber allen Parametern der Vegetationsstruktur zeigt *Ch. mollis* eine größere Nischenbreite als die anderen beiden Arten, *S. lineatus* verhält sich in seiner Bindung an eine relativ geschlossene niedrige Pflanzendecke vergleichsweise stenök. Dieser Trend trifft auch für den Faktor VD 30-50 zu. Bei der Nutzung von Flächen mit bestimmter Dauer der täglichen Sonneneinstrahlung zeigt wiederum *S. lineatus* die geringste Reaktionbreite, während die von *O. haemorrhoidalis* nur wenig unter der von *Ch. mollis* liegt. Das Verhältnis der Nischenbreiten aller Arten zeigt also bei den drei untersuchten Faktoren jeweils die Abfolge $NB_{Ch.\ mollis} > NB_{O.\ haemorrhoidalis} > NB_{S.\ lineatus}$.

Tab. 2: Ermittelte Nischenbreiten nach LEVIN (1968) der Arten für die Habitat parameter.

Nischenbreite	VD 0-30	VD 30-50	INEX
Ch. mollis	4,70	2,34	3,46
S. lineatus	4,00	1,94	2,99
O. haemorrhoidalis	4,63	2,26	3,44

Hinsichtlich des Faktors Vegetation werden auch die größten Differenzen bezüglich der Habitatnutzung zwischen den Arten deutlich. Während *Ch. mollis* und *O. haemorrhoidalis* noch relativ hohe Übereinstimmungen zeigen (besonders bezüglich des negativ korrelierten Verhältnisses der Fundzahlen zu höherer Vegetation), bestehen gegenüber *S. lineatus* recht deutliche Unterschiede (Tab. 3). Die jeweils geringsten Nischenüberlappungen zeigen *S. lineatus* und *O. haemorrhoidalis*. Eine nahezu vollständig überlappende Ressourcennutzung zeigten *Ch. mollis* und *O. haemorrhoidalis* in Hinsicht auf den Faktor INEX. Ein ähnlich hoher Wert kommt bei der Nutzung der durch größere Anteile höherer Vegetaion gekennzeichneten Flächen zustande, wobei die Verbreitung beider Arten im deutlich negativen Verhältnis zu dieser steht.

Tab. 3: Ermittelte prozentuale Nischenüberlappung der Artenpaare für die Habitatparameter.

Nischenüberlappung	VD 0-30	VD 30-50	INEX
Ch. mollis/S. lineatus	80,4 %	77,0 %	91,6 %
Ch. mollis/O. haemorrhoidalis	85,3 %	95,0 %	99,3 %
O. haemorrhoidalis/S. lineatus	70,5 %	72,3 %	92,0 %

Die ermittelten Habitatparameter der einzelnen Wiederfundpunkte wurden artbezogen auf Unterschiede getestet. Die errechneten Signifikanzen (Tab. 4) bestätigen die Ergebnisse der Nischenberechnungen. Während im Verhalten gegenüber dem Faktor INEX keine Unterschiede nachzuweisen waren, konnten die erwähnten Trends in der Nutzung der Vegetationsstrukturen bestätigt werden. Es ergaben sich jeweils signifikante Unterschiede, wiederum mit Ausnahme der Reaktion gegenüber höherer Vegetation durch *O. haemorrhoidalis* und *Ch. mollis*.

Tab. 4: Signifikanzen der Artunterschiede hinsichtlich der auf den Wiederfundpunkten ermittelten Parameter (Mann-Whitney-U-Test).

	VD 0-30	VD 30-50	INEX
Ch. mollis / S. lineatus	$p<0{,}001$	$p<0{,}001$	n.s.
Ch. mollis / O. haemorrhoidalis	$p<0{,}01$	n.s.	n.s.
O. haemorrhoidalis / S. lineatus	$p<0{,}001$	$p<0{,}001$	n.s.

Mobilität
Lediglich bei *Ch. mollis* konnten ausreichend Individuen an fünf Fundpunkten noch mit Nummernplättchen kartiert werden (24 ♂♂ & 28 ♀♀). Nur ein Weibchen verließ nachweislich die Fläche und konnte zweimal etwa 20 m südöstlich davon in der Brache gefunden werden.
Der Median der Aktionsdistanzen (Abb. 3) betrug bei den Männchen etwa 19, bei den Weibchen 15 m. Ausschließlich den Männchen konnten die höheren Aktionsdistanzklassen zugeordnet werden.

Ähnliche Verhältnisse finden sich bezüglich der genutzten Aktionsräume. Deren Median liegt bei den Männchen bei 190 m^2 und es treten Werte zwischen 28 und 970 m^2 auf, bei den Weibchen liegt der Median dagegen bei 156 m^2 und die Spannbreite beträgt 20 bis 395 m^2. Es wird festgestellt, daß trotz mitunter großer Spannbreiten der Mobilitätsparameter der Median dieser stets im unteren Bereich liegt, d.h. ein Großteil der Individuen verhält sich im wesentlichen ortstreu.

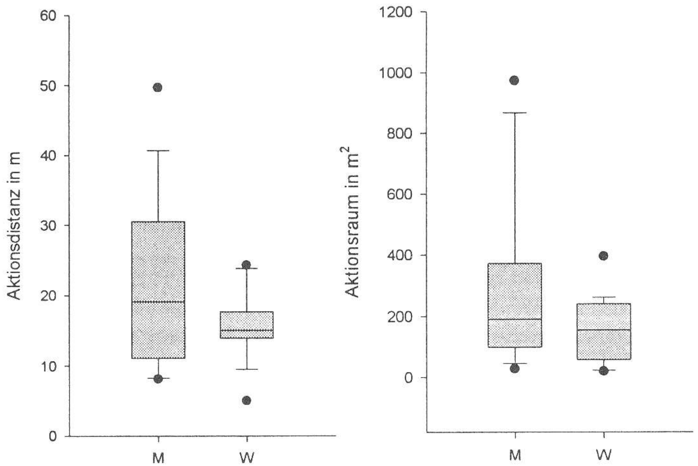


Abb. 3: Mobilitätsparameter von *Chorthippus mollis*. Dargestellt sind jeweils Median, 1. und 3. Quartil, Spannweite und Extremwerte von Aktionsdistanz und Aktionsradius (Harmonic-Mean-Transformation, 100% Aufenthaltswahrscheinlichkeit) aller Tiere mit mindestens 5 Fundpunkten. M = Männchen (n = 24), W = Weibchen (n = 28).

Methodische Ergebnisse

Übereinstimmend mit den Ergebnissen von SAMIETZ (1994) muß die Methode der Individualmarkierung mittels Opalithplättchen als nicht optimal beurteilt werden. So wurden von *S. lineatus* 48,6 bzw. 56,2 %, von *O. haemorrhoidalis* 38,3 bzw. 47,4 % und von *Ch. mollis* 72,0 bzw. 80,1 % (kleinster Wert jeweils Männchen zuzuordnen) mindestens einmal mit Opalithplättchen wiedergefunden. Bei den kleineren Männchen halten die Plättchen am Pronotum offensichtlich besser. Die höhere Rate für *Ch. mollis* kommt durch den späteren Erscheinungszeitraum der Art zustande, wodurch im Schnitt jüngere Individuen markiert wurden als bei den anderen beiden Arten. Die Verlustrate der Plättchen betrug nach drei Wochen bereits 50 %.

Dagegen kann die Verwendung der Reflexfolie erwartungsgemäß als erfolgreich bezeichnet werden. Es wurden nur sehr wenige lose Reflexfoliefähnchen gefunden. Zweibeinige Tiere mit nur noch einseitiger Markierung konnten nicht gefunden werden. Die Wiederfundrate der zu einem Termin nachweislich noch lebenden Tiere betrug zwischen 50 und 100 %, wobei ein Anstieg mit abnehmender Individuenzahl zu verzeichnen war. Auch diese Ergebnisse stehen in sehr guter

Übereinstimmung mit denen von SAMIETZ (1994). Im Vergleich mit dem sehr zeitaufwendigen Absuchen der Fläche bei Tag ist die verwendete Methode als außerordentlich effizient zu bewerten. Für die Kartierung von Individuen in Habitaten mit gut entwickelter Vegetation und für die Erfassung von Fernwanderern muß die Verwendung von Reflexfolie als optimal bezeichnet werden.

Diskussion

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen wurde versucht, die Habitatnutzung sympatrischer Feldheuschreckenarten mit einfach zu ermittelnden Habitatparametern darzustellen und zu vergleichen. Darüber hinaus wurden quantitative Aussagen zu ökologischen Ansprüchen selten untersuchter Arten wie *O. haemorrhoidalis* und *Ch. mollis* gemacht.
Ein die Habitatnutzung der untersuchten Arten vorrangig bestimmender Faktor ist im Untersuchungsgebiet der Strahlungsgenuß der Fläche. Dabei liegt der Schwerpunkt deutlich in der Besiedlung südwestgeneigter Flächen. Die Arten weisen hier eine vergleichsweise kleine Reaktionsbreite und große Überlappungsbereiche auf. Kennzeichnender für eine artspezifische Habitatnutzung sind die Ansprüche an die Vegetationsstruktur, die sich in der Bevorzugung unterschiedlicher Deckungsbereiche und Vegetationswuchshöhen ausdrückten.

Das Bild der Habitatnutzung auf einer kleinen räumlichen Skale von *S. lineatus* und *O. haemorrhoidalis* deckt sich somit weitgehend mit Angaben aus der Literatur (HEß & RITSCHEL-KANDEL 1992, KRIEGBAUM 1988, SÄNGER 1977, SAMIETZ 1994). Oft wird die Bindung von *Ch. mollis* an vegetationsarme, lückige Habitate beschrieben. Dabei scheint es sich aber um eine Begleiterscheinung der mikroklimatischen Ansprüche der Art zu handeln, so daß diese bei ungünstigeren makroklimatischen Bedingungen auf diese besonders trocken-warmen Habitate beschränkt bleibt (WALLASCHEK 1995). Dagegen sieht SÄNGER (1977) diesbezüglich keinen Unterschied zu *Ch. biguttulus*. SCHMIDT & SCHACH (1977) beschreiben *Ch. mollis* für das Neusiedlersee-Gebiet sogar als "Glyptobothrus-Art mit breitester ökologischer Valenz". Auch ZEHM (1996) wertet das Verhalten von *Ch. mollis* gegenüber dem Parameter Vegetationsstruktur als euryök. Diese Charakterisierung wird im Untersuchungsgebiet angesichts der Besiedlung nahezu aller Vegetationseinheiten (HAHN 1997, SCHÄDLER 1997, WALLASCHEK 1996) nachvollziehbar, wobei im kontinentalen Grundcharakter des Gebietes die Hauptursache für dieses Verhalten zu sehen ist. Daneben vermittelt der schlanke Habitus der Art eher das Bild einer durchaus an dichtere, vertikalorientierte Vegetation angepaßten Art.

Vergleicht man die Angaben zur Nischenbreite und -überlappung mit den Angaben zum Distributions- und Vergesellschaftungsgrad der einzelnen Arten im Untersuchungsgebiet von WALLASCHEK (1996), ergibt sich eine gute Übereinstimmung der im kleineren Maßstab erhobenen Habitatpräferenzen mit gröberen ökologischen Mustern (LANGMAACK & SCHRADER 1997). Die Verwendung relativ einfach zu erhebender Parameter für Aussagen zur Ökologie der Arten scheint daher für viele Fragestellungen, vor allem in der Naturschutzpraxis, ausreichend.

Zu beachten ist der regionalspezifische Charakter der ermittelten Zusammenhänge.

Ob der Nachweis der unterschiedlichen Einnischung koexistierender Feldheuschreckenarten als Folgeerscheinung einer entsprechende Konkurrenzsituation, wie sie beispielsweise von LANGMAACK & SCHRADER (1997) für drei Feldheuschreckenarten auf Niedermoorwiesen vermutet wird, gewertet werden kann, bedarf weiterer Überprüfung. Dafür müßten Ausschlußexperimente die Verschiebung der genutzten Nische oder die veränderte Ausbeutung der limitierenden Ressource nachweisen. Für Konkurrenz bei nordamerikanischen Acrididen liegen experimentelle Nachweise vor, sowohl auf intraspezifischer (BELOVSKY & SLADE 1995), als auch auf interspezifischer Basis (RITCHIE & TILMAN 1992). Dabei stellte jeweils die Nahrung die limitierende Ressource dar. Evans (1989, 1992) konnte dagegen in mehreren Experimenten auch bei geringerer Produktivität der Vegetation keine Konkurrenz zwischen zwei Arten nachweisen. Andererseits kann die unterschiedliche Einnischung der Arten auch als Folge einer "Konkurrenzvergangenheit" gedeutet werden. Möglicherweise spiegelt sie aber auch unabhängig von Konkurrenzerscheinungen schlicht die Tatsache einer unterschiedlichen evolutiven Entwicklung als Folge artspezifischer Adaptionsmechanismen wider, die neben der morphologischen Differenzierung eben auch zum unterschiedlichen ökologischen Verhalten führt.

Eng mit den Aspekten der Habitatnutzung verknüpft ist das Problem der Mobilität. Dabei mußte festgestellt werden, daß sich der Großteil der Tiere recht ortsstet verhält. Der diesbezügliche Vernetzungsgrad der verinselten Trockenstandorte im Untersuchungsgebiet wird in Hinsicht auf die xerophilen Arten als eher gering eingestuft. Eine Hauptursache dürfte die Barrierewirkung wenig favorisierter Habitatstrukturen sein, wie z.B. hochwüchsige Saumgesellschaften. Dabei verhielten sich die Männchen deutlich vagiler als die Weibchen. Das wird von KRIEGBAUM (1988) und SAMIETZ (1994) auf deren aktivere Rolle im Reproduktionsverhalten der Arten gewertet.

Danksagung

Diese Studie wurde durch das BMBF (Fördernummer 033 95 24 A) gefördert. Das Regierungspräsidium Halle erteilte mir freundlicherweise die naturschutzrechtliche Ausnahmegenehmigung (Nr. 57.07-22402/4.4). Herr B. MÄRTENS (Mannheim) half entscheidend bei der Einrichtung der Fläche und der Erhebung einiger Parameter. Herrn. J. SAMIETZ (Jena) danke ich für Kommentare und die zur Verfügung gestellte Literatur. Zudem gaben mir die Herren Dr. M. WALLASCHEK, Dr. W. WITSACK und Dr. M. DORN sowie Frau K. HARTENAUER (alle Halle) während der Diplomparbeit wertvolle Hinweise.

Verfasser:
Martin Schädler
Halberstädter Str. 11
06112 Halle

Literatur

BELOVSKY, G.E. & SLADE, J.B. (1995): Dynamics of two Montana grasshopper populations: relationships among weather, food abundance and intraspecific competition. - Oecologia 101: 383-396.

BLISS, P., KUHN, W., SCHÖPKE, H., SETTELE, J. & WALLASCHEK, M. (1996): The hilly landscape of Halle – main study area of the FIFB.- In: SETTELE, J.; MARGULES, C.R.; POSCHLOD, P. & HENLE, K. (Hrsg.): Species survival in fragmented landscapes.(Kluwer Academic), Dordrecht: 161.168.

DIXON, K.R. & CHAPMAN, J.A. (1980): Harmonic Mean measure of animal activity areas. - Ecology 61: 1040-1044.

EVANS, E.W. (1989): Interspecific interactions among phytophagous insects of tallgras prairie: an experimental test. - Ecology 70: 435-444.

EVANS, E.W. (1992): Absence of interspecific competition among tallgras prairie grasshoppers during a drought. - Ecology 73: 1034-1044.

HAHN, S. (1997): Zur Dynamik der Heuschrecken- und Zikadenfauna am Sukzessionsbeginn auf unterschiedlich bewirtschafteten Brachflächen, Altbrachen und naturnahen Flächen im NSG "Porphyrlandschaft bei Gimritz" nordwestlich von Halle/Saale (Saltatoria, Auchenorrhyncha). - Dissertation Universität Halle-Wittenberg; 99 S.

HELLER, K.-G. & V. HELVERSEN, O. (1990): Survival of a phaneropterid bush-cricket studied by a new marking technique (Orthoptera: Phaneropteridae).- Entomol. Gener. 15 (3): 203-208.

HEß, R. & RITSCHEL-KANDEL, G. (1992): Heuschrecken als Zeigerarten des Naturschutzes in Xerothermstandorten des Saaletals bei Machtilshausen (Lkrs. Bad Kissingen). - Articulata 7: 77-100.

KRIEGBAUM, H. (1988): Untersuchungen zur "Lebensgeschichte" von Feldheuschrecken (Acrididae: Gomphocerinae): Fortpflanzungsstrategie und akustisches Verhalten im natürlichen Habitat. - Dissertation Universität Erlangen-Nürnberg; 96 S.

LANGMAACK, M. & SCHRADER, G. (1997): Micro-habitat analysis of three fen-grassland grasshopper species (Acrididae: Gomphocerinae). - Entomol. Gener. 22: 45-55.

LEVINS, R. (1968): Evolution in changing environments: some theoretical explorations. Princeton University Press, Princeton, USA.

MÄRTENS, B., HENLE, K. & GROßE, W.-R. (1997): Quantifizierung der Habitatqualität für Eidechsen am Beispiel der Zauneidechse (*Lacerta agilis* Linnaeus, 1758). In: HENLE, K. & VEITH, M. (Hrsg.): Naturschutzrelevante Methoden der Feldherpetologie. - Mertensiella 7: 221-246.

OSCHMANN, M. (1973): Untersuchungen zur Biotopbindung der Orthopteren. - Faun. Abh. Mus. Tierk. Dresden 4: 177-206.

PIANKA, E.R. (1973): The structure of lizard communities. - Ann. Rev. Ecol. Syst. 4: 53-74.

RITCHIE, M.E. & TILMAN, D. (1992): Interspecific competition among grasshoppers and their effect on plant abundance in experimental field environments. - Oecologia 89: 524-532.

SÄNGER, K. (1977): Über die Beziehung zwischen Heuschrecken (Orthoptera: Saltatoria) und der Raumstruktur ihrer Habitate. - Zool. Jb. Syst. 104: 433-488.

SAMIETZ, J. (1994): Untersuchungen zur Populationsgefährdungsgradanalyse zweier Heuschreckenarten (Saltatoria) in Halbtrockenrasen: *Stenobothrus lineatus* (Panzer) 1796 und *Phaneroptera falcata* (Poda) 1761. - Diplomarbeit Universität Jena; 85 S.

SCHÄDLER, M. (1997): Untersuchungen zur Ökologie und Phänologie von Heuschrecken im NSG "Porphyrlandschaft bei Gimritz" unter Berücksichtigung der Larvenstadien. - Diplomarbeit Universität Halle-Wittenberg; 118 S.

SCHMIDT, G.H. & SCHACH, G. (1977): Biotopmäßige Verteilung, Vergesellschaftung und Stridulation der Saltatorien in der Umgebung des Neusiedlersees. - Zool. Beitr. N.F. 24: 201-308.

SCHOENER, T.W. (1970): Non-synchronous spatial overlap of lizards in patchy habitats. - Ecology 51: 408-418.

SCHUBERT, R.; HILBIG, W. & KLOTZ, S. (1995) Bestimmungsbuch der Pflanzengesellschaften Mittel- und Nordostdeutschlands. (Gustav Fischer), Jena-Stuttgart; 403 S.

STÜWE, M. & BLOHOWIAK, C.E. (1992): Micro-Computer Programs for the Analysis of Animal Locations (User's Manual). Conservation and Research Center National Zoological Park Smithsonian Institution, Front Royal, USA.

WALLASCHEK, M. (1995): Untersuchungen zur Zoozönologie und Zönotopbindung von Heuschrecken im Naturraum "Östliches Harzvorland".- Articulata-Beih. 5; 153 S.

WALLASCHEK, M. (1996): Tiergeographische und zoozönologische Untersuchungen an Heuschrecken (Saltatoria) in der Halleschen Kuppenlandschaft. - Articulata-Beih. 6; 191 S.

ZEHM, A. (1996): Untersuchungen zur Koinzidenz von Sandvegetation und Heuschreckengemeinschaften. - Diplomarbeit Technische Hochschule Darmstadt; 189 S.